

Le suivi individuel des petits ruminants au Sénégal : un mode d'étude des troupeaux en milieu villageois

L'effectif des petits ruminants au Sénégal est important et s'élèverait en 1988, d'après les estimations des Services de l'Elevage, à près de 5 200 000 têtes (ovins et caprins réunis). Pour la majorité des troupeaux sédentaires, qui sont de taille très réduite, l'élevage est de type traditionnel. Pendant la journée, les animaux sont généralement regroupés en troupeaux villageois et exploitent essentiellement les parcours naturels et les résidus de culture. Ces modes d'élevage sont très peu standardisés et seul un suivi individuel des animaux permet d'étudier les relations entre les performances zootechniques, les problèmes sanitaires et les pratiques d'élevage.

Cet article présente la méthode d'étude mise en place au Sénégal, ses résultats et les voies d'amélioration qu'elle permet de dégager.

La recherche zootechnique et vétérinaire en Afrique intertropicale a longtemps concentré ses efforts sur la seule espèce bovine. La période de sécheresse des années 1970 et les pertes importantes enregistrées dans les

cheptels bovins ont mis en évidence l'intérêt économique de développer l'élevage des petits ruminants. Malgré cet intérêt, les conditions de production traditionnelle et ses résultats technico-économiques restent mal connus, en raison d'une quasi absence d'organisation de la filière traditionnelle, de recueil et de centralisation d'informations.

Résumé

Le suivi individuel est un système particulièrement adapté à des systèmes d'élevage peu standardisés comme ceux que l'on rencontre en Afrique sub-saharienne, pour lesquels on ne dispose initialement que de très peu d'informations, et dans lesquels on cherche à identifier les nombreux facteurs de variations des performances des animaux. La méthode d'investigation conçue et utilisée au Sénégal par le programme Pathologie et Productivité des petits ruminants en milieu traditionnel au Sénégal (CIRAD-EMVT / ISRA-LNERV) pour caractériser les élevages traditionnels de petits ruminants est basée sur un suivi démographique précis, autour duquel s'articulent des informations complémentaires pluridisciplinaires (zootechniques, sanitaires, socio-économiques), enregistrées de manière ponctuelle ou périodique, à l'échelle individuelle ou à l'échelle du troupeau. Différents référentiels sont présentés (structure de troupeau, reproduction, croissance, mortalité, évaluations économiques, affections respiratoires, infestation parasitaire, pratiques d'élevage) pour illustrer la capacité du système d'investigation à étudier les différents facteurs régissant l'élaboration des performances animales. Les possibilités expérimentales du dispositif sont également évoquées.

Dans un tel contexte, la mise en place en 1983 du programme Pathologie et Productivité des petits ruminants en milieu traditionnel au Sénégal par le CIRAD-EMVT (Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement - département Elevage et Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux) et l'ISRA-LNERV (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles - Laboratoire National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires) répondait à un double besoin :

- approfondir les investigations sur les systèmes d'élevage et les contraintes de la productivité des petits ruminants en milieu traditionnel (ces investigations étaient jusqu'alors limitées à des enquêtes ponctuelles souvent peu précises et peu fiables) et

en particulier étudier les interrelations entre les paramètres zootechniques, sanitaires et socio-économiques ;

- proposer des thèmes d'amélioration adaptés aux stratégies de production et aux objectifs économiques des éleveurs, ainsi qu'aux conditions réelles d'élevage.

La méthode d'investigation conçue à cette fin et dénommée Panurge, se base sur l'enregistrement en continu des performances individuelles des animaux dans des milieux d'élevage contrastés, allant de la zone sahélienne à la zone soudano-guinéenne.

Les données acquises par le suivi ne sont pas assimilables à celles d'une expérience menée en station, dans laquelle on essaie de contrôler au mieux les sources de variabilité des paramètres, mais plutôt le reflet d'un ensemble complexe de phénomènes en interaction, que l'on cherche à expliquer, mais dont le chercheur n'a pas la maîtrise expérimentale, si l'on excepte l'échantillonnage des troupeaux réalisé au démarrage du suivi.

L'approche de ce milieu impose donc, du fait de sa complexité, une investigation pluridisciplinaire et une mise en commun des informations, seules susceptibles d'identifier les différents facteurs qui régissent l'élaboration des performances. Les objectifs du système d'investigation, son fonctionnement théorique et pratique, ainsi que ses avantages et ses contraintes ont déjà fait l'objet d'une description détaillée par leurs auteurs (Faugère et Faugère 1986 et 1993, Landais et Faugère 1990). Une synthèse des références zootechniques est également disponible (CIRAD-EMVT 1991). Cette présentation vise simplement à présenter les principaux types de résultats qui ont été obtenus au Sénégal chez les petits ruminants depuis le démarrage du suivi en 1984.

1 / L'élevage des petits ruminants au Sénégal

L'important cheptel de petits ruminants au Sénégal peut s'expliquer à la fois par des contraintes de milieu et des traditions sociales. En effet, un tiers du pays est soumis à un climat de régime sahélien. Dans ces zones touchées depuis plusieurs décennies par des périodes de sécheresse successives, la baisse régulière des rendements arachidières a donné à l'élevage une place grandissante. Dans ces conditions de pluviométrie déficiente, les petits ruminants, plus que les bovins, ont montré de remarquables qualités d'adaptation par leur rusticité et leur prolificité.

Par ailleurs, les petits ruminants remplissent 2 fonctions socio-économiques majeures dans l'ensemble du pays. Ils constituent un capital-épargne, que les éleveurs mobilisent facilement pour l'achat de céréales lors des périodes de soudure alimentaire, ou pour accéder à l'élevage bovin, fondement du pou-

voir social. Ils occupent eux-mêmes une place essentielle dans la matérialisation des rapports sociaux (sacrifice d'animaux lors des cérémonies religieuses et lors de l'Aid El Kébir, dons, dot, confiage ...) (Faugère *et al* 1990a).

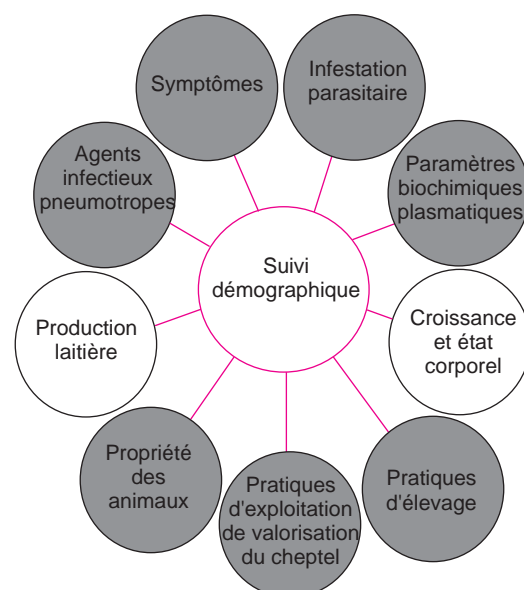
Pour des raisons méthodologiques, les caractéristiques des troupeaux suivis sont celles de troupeaux sédentaires. La majorité des élevages est de type traditionnel (extensif). Leur taille est réduite et oscille entre 5 et 10 têtes, exception faite des Peul en zone sahélienne, qui entretiennent des troupeaux de 20 à 30 têtes en moyenne, en général plus mobiles (transhumance), et pour lesquels le lait constitue encore une spéculation essentielle (consommation, vente). Dans la majorité des systèmes d'élevage (différents selon la zone géographique et le groupe ethnique de l'éleveur), les animaux sont parqués la nuit à l'intérieur des concessions. Le jour, ils sont regroupés soit en troupeaux villageois, soit en troupeaux familiaux, ou encore laissés en divagation, et exploitent essentiellement les parcours naturels et les résidus de culture (Faugère *et al* 1990a et 1990b).

L'élevage des petits ruminants est donc un élevage majoritairement familial, tourné vers l'autoconsommation et l'apport de revenus complémentaires nécessaires à l'achat de produits vivriers. Son rôle social est également essentiel.

2 / Organisation du suivi

L'organisation générale du système d'investigation est décrit dans la figure 1 (d'après Landais et Faugère 1990). Elle a été façonnée par les objectifs généraux fixés au départ : l'étude des interrelations entre la pathologie,

Figure 1. Schéma d'organisation modulaire du système d'investigation mis en place chez les petits ruminants au Sénégal.



la productivité et les pratiques d'élevage dans les systèmes d'élevage traditionnels de petits ruminants au Sénégal. Elle comprend un noyau de base autour duquel s'articulent des modules complémentaires. Cette organisation dépasse largement le cadre de la gestion informatique de la base de données et concerne l'ensemble des phases de traitement de l'information, depuis le recueil des données sur le terrain jusqu'à leur exploitation informatique.

2.1 / Architecture du suivi

a / Le module de suivi démographique

La connaissance précise de l'état et de l'évolution des peuplements d'animaux domestiques est au centre des préoccupations des chercheurs intervenant en milieu non contrôlé (Faugère *et al* 1991). Il semble donc logique que la gestion des informations collectées s'organise autour du module de suivi démographique. Ce module enregistre des informations essentielles sur l'état de chaque individu (espèce, type génétique, sexe, ascendance ...) et ses mouvements (naissance, acquisition, mortalité, vente, échange, abattage...). Il permet d'appréhender, à l'échelle de l'animal, les performances de reproduction (rythme de reproduction, type de mise bas, prolificité ...), les caractéristiques d'exploitation (type, circonscription, prix ...) et de mortalité (cause, âge ...).

Sur le terrain, le suivi démographique est réalisé à l'échelle du troupeau de concession, défini comme l'ensemble des animaux résidant la nuit dans la concession d'une famille (Moulin 1993). Les animaux d'une concession sont bouclés et recensés par les observateurs tous les 15 jours. Chaque visite fait l'objet d'un recueil exhaustif des informations et d'une mise à jour des inventaires.

b / Les modules complémentaires

Le module démographique est le seul module de suivi permanent, autour duquel divers modules complémentaires facultatifs peuvent s'articuler (figure 1). Le recueil de cette information complémentaire peut être intégré au suivi démographique, c'est-à-dire réalisé à l'occasion des recensements bi-hebdomadaires, lorsque les données concernent l'individu. C'est le cas par exemple pour le module de suivi de la propriété des animaux, le module de suivi des affections respiratoires, le module de suivi de la production laitière et de la croissance.

L'information peut être également collectée à l'occasion de visites spécialement programmées, de manière ponctuelle ou périodique, par des agents différents de ceux qui réalisent le suivi démographique. Les données peuvent être collectées à l'échelle de l'animal - comme c'est le cas pour le module de suivi sérologique des agents infectieux pneumotropes, le suivi de l'infestation parasitaire, le suivi des paramètres biochimiques et le suivi des pratiques d'exploitation et de valorisation des produc-

tions - ou à l'échelle du troupeau ou du village, comme pour le module de suivi des pratiques des éleveurs (Landais et Faugère 1990). Ces modules sont mis en place pour répondre aux objectifs d'opérations précises de recherche, en général limitées dans le temps.

Chaque module est relié au module central de suivi démographique par 2 clefs, l'identification et la localisation de l'animal, et ainsi, indirectement, à tous les autres modules satellites. La mise en relation de modules mis en œuvre simultanément sur le terrain permet d'avoir une vision pluridisciplinaire des performances animales et des contraintes à leur productivité.

Les modules de suivi zootechnique : il s'agit des modules de suivi des paramètres de croissance et de la production laitière. Le module de suivi de la croissance enregistre les poids bruts successifs enregistrés sur chacun des animaux, et calcule des poids à âge type et des gains moyens quotidiens. Des notations de l'état corporel des femelles adultes sont également enregistrées. Le suivi de la production laitière enregistre les quantités de lait prélevées par les éleveurs.

Les modules de suivi sanitaire : il s'agit des modules de suivi des symptômes cliniques, de suivi sérologique des agents infectieux pneumotropes et de suivi de l'infestation parasitaire. Pour appréhender l'information de manière exhaustive, les cas de pathologie sont enregistrés tous les 3 jours. Le suivi sérologique (prélèvements de sang) et le suivi de l'infestation parasitaire (prélèvements de selles) sont réalisés sur un échantillon d'animaux, choisis sur la base des données démographiques déjà disponibles (âge, sexe, type de mise bas).

Un module de suivi des paramètres biochimiques sanguins (urée, acides gras libres, glucose) complète les notations d'état corporel pour la caractérisation du statut nutritionnel des animaux.

Sur le terrain, le suivi démographique est réalisé à l'échelle du troupeau de concession. Les animaux sont bouclés et recensés tous les quinze jours. Chaque visite fait l'objet d'un recueil exhaustif des informations et d'une mise à jour des inventaires. Cliché O.Faugère.



Pour approfondir la connaissance des systèmes d'élevage et proposer des améliorations, un dispositif d'enregistrement en continu des performances de toute nature a été mis en place au Sénégal.

Les modules de suivi des pratiques des éleveurs : des enquêtes périodiques sont menées par entretien auprès des éleveurs sur leurs pratiques d'élevage (logement des animaux, traite, conduite sur parcours, complémentation). Le module de suivi des pratiques d'exploitation et de valorisation des productions (vente de lait, choix des animaux exploités, période d'exploitation, prix ...) est couplé au suivi démographique.

Ce système d'investigation a été mis en place dans plusieurs zones écologiques différentes du Sénégal, la zone sahélienne (site de Ndiagne), la zone nord-soudanienne (site de Kaymor) et la zone sud-soudanienne (site de Kolda) (figure 2) (Faugère *et al* 1990a et 1990b). Sur chaque site, un effectif minimum de 1 000 têtes est suivi, pour chacune des 2 espèces ovine et caprine, réparti dans une centaine de troupeaux et dans 10 à 20 villages différents. L'information une fois recueillie sur le terrain est acheminée à Dakar où elle est saisie, validée et pré-traitée sur micro-ordinateur dans une base de données, dont l'organisation reste proche du modèle décrit précédemment (Faugère et Faugère 1986).

Au total, un tel système d'investigation présente de nombreux avantages :

- il permet d'identifier les facteurs de variabilité de la productivité aux différents niveaux d'agrégation des systèmes d'élevage, en particulier l'animal et le troupeau. La

connaissance de ces facteurs permet en retour une meilleure caractérisation des populations animales étudiées, qui constituent en retour une base d'échantillonnage pour d'autres études nécessitant un tirage aléatoire ;

- il permet également d'étudier avec précision les phénomènes dans leur dimension longitudinale.

Les exemples qui vont être présentés ont été sélectionnés dans le but d'illustrer la diversité des disciplines mises en œuvre dans l'étude de la complexité des phénomènes observés. Nous envisagerons successivement les résultats zootechniques, sanitaires, la relation entre les performances et les pratiques d'élevage, et enfin les tests réalisés en milieu réel. Nous insisterons souvent sur les aspects méthodologiques qui sous-tendent ces résultats.

3 / Les références zootechniques

3.1 / Structure des troupeaux

La figure 3 montre les différences entre sexes dans la composition des troupeaux d'ovins de la région de Kolda. Ceux-ci sont essentiellement constitués de femelles (70 %).

Figure 2. Implantation des sites de suivi des troupeaux au Sénégal.

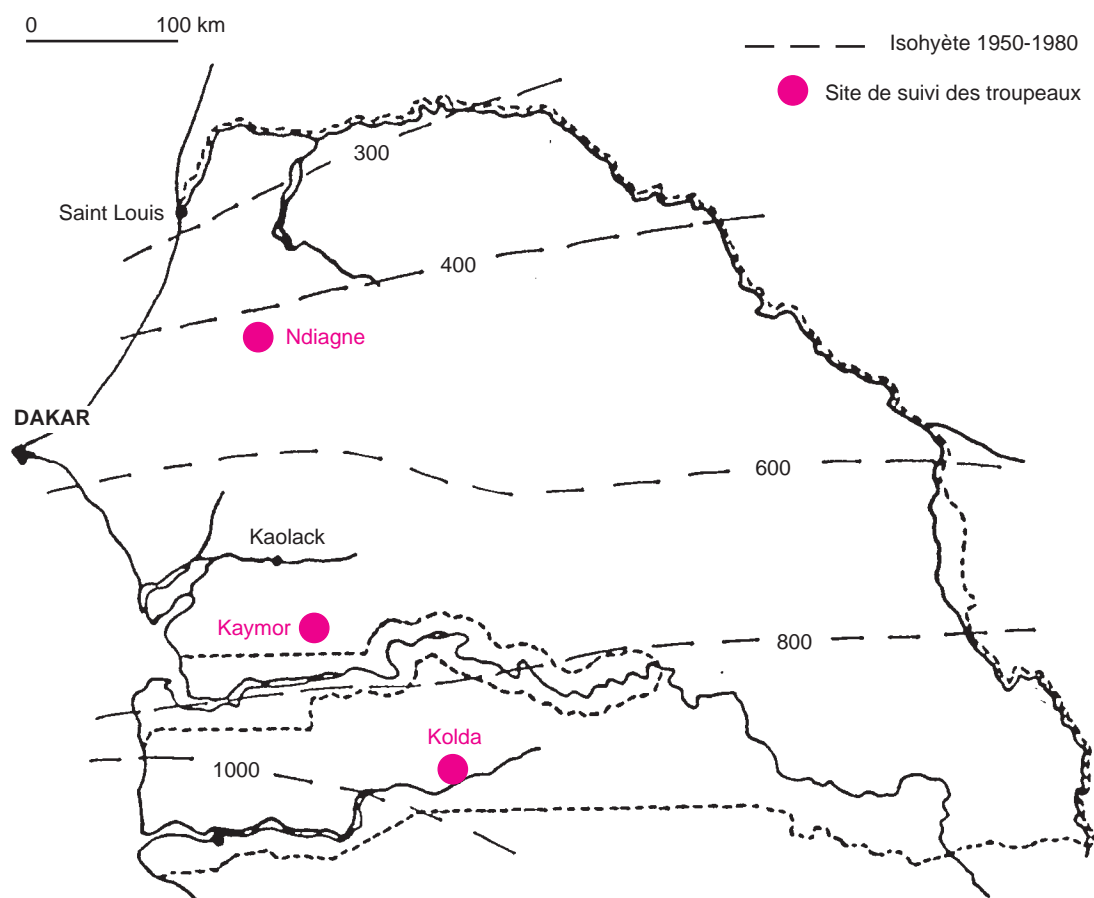
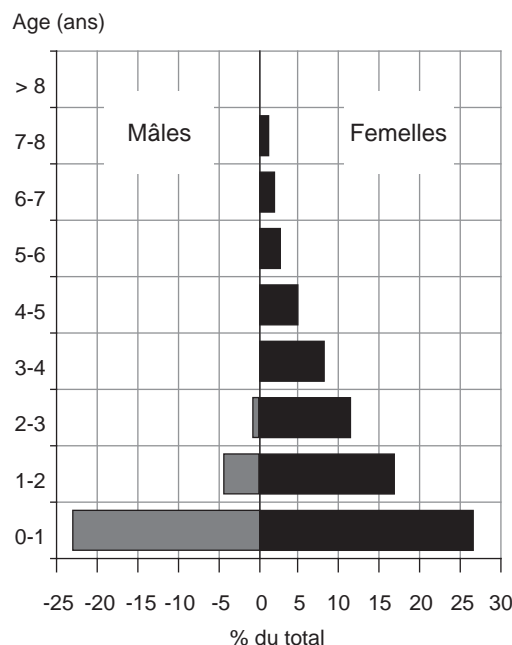


Figure 3. Structures des troupeaux d'ovins dans la région de Kolda (CIRAD-EMVT 1991).

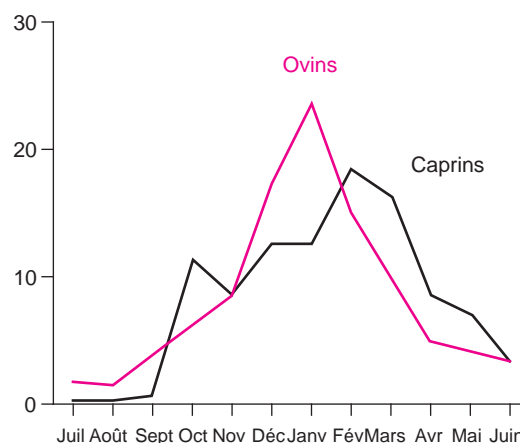
Les carrières des femelles sont longues, elles peuvent atteindre 8 ans, en particulier dans le nord. L'aspect régulier de la pyramide des âges des femelles rend compte d'une gestion équilibrée du cheptel reproducteur par les propriétaires. Les mâles, au contraire, sont exploités très jeunes, et seuls 15 % des béliers ont plus d'un an (Faugère *et al* 1990a).

Sur un plan pratique, toute comparaison entre sexes ne pourra réellement être effectuée que chez les animaux de moins d'un an.

3.2 / Paramètres de reproduction

Les mise bas ont lieu toute l'année. Cependant, un important pic de naissance est enregistré de décembre à mars dans la zone sahélienne, en relation avec un nombre plus important de fécondations en saison des pluies, période pendant laquelle le disponible fourrager est plus abondant (figure 4 ; Moulin 1993).

Sur un plan méthodologique, ce constat soulève le problème du choix des bornes des exercices annuels d'étude. En effet, la date retenue influence naturellement les résultats des comparaisons entre exercices dans la mesure

Figure 4. Répartition annuelle des mise bas chez les ovins et les caprins de la zone de Ndiagne (zone sahélienne) (CIRAD-EMVT 1991).

où les phénomènes biologiques liés à l'élevage ne sont pas répartis de façon homogène dans le temps. Le pic annuel de mise bas est un moment privilégié que l'on incorporera intégralement dans l'exercice en fixant ses bornes au 1^{er} juillet, moment où les mise bas sont les plus rares.

Une autre difficulté est liée au choix de la population de référence dans le calcul des taux de mise bas ou de fécondité. Il existe différents types d'interférences entre les paramètres démographiques, qui biaisent les indicateurs de groupe (Landais 1986). Par exemple, dans le calcul des taux de mise bas ou des taux de fécondité, toute entrée ou sortie d'une femelle en état de se reproduire pendant la durée de l'exercice perturbe l'estimation de l'effectif moyen des reproductrices (dénominateur des taux). Il faut donc, pour définir la population de référence, tenir compte des flux d'entrée et de sortie. On calcule le nombre d'années-brebis reproductrices pendant un exercice donné, que l'on rapporte à la durée de cet exercice.

Le tableau 1 donne, pour chaque zone et chaque espèce, les valeurs des indicateurs zootechniques les plus fréquemment utilisés en reproduction (CIRAD-EMVT 1991).

Les troupeaux de petits ruminants présentent des caractéristiques de reproduction remarquables, notamment dans la zone Sud du pays, cela en dehors de toute gestion de la

Dans les trois zones d'étude, les paramètres de reproduction sont tout à fait satisfaisants compte tenu des conditions d'élevage parfois difficiles.

Tableau 1. Principaux paramètres de la reproduction enregistrés chez les petits ruminants élevés en milieu traditionnel au Sénégal, par zone et par espèce (CIRAD-EMVT 1991).

Zone	Ovins			Caprins		
	Louga	Kaymor	Kolda	Louga	Kaymor	Kolda
Age 1 ^{re} mise bas (jours)	516 ± 11	473 ± 13	441 ± 8	479 ± 15	369 ± 11	357 ± 7
Intervalle entre mise bas (jours)	334 ± 3	258 ± 11	251 ± 9	354 ± 5	277 ± 4	233 ± 6
Taux d'avortement annuel (%)	1	2	4	3	2	7
Taux annuel de mise bas (%)	92	111	122	83	110	125
Taux de prolificité (%)	105	115	115	124	152	145
Taux annuel de fécondité (%)	97	128	140	103	167	1 811

Tableau 2. Quotients de mortalité enregistrés chez les petits ruminants élevés en milieu traditionnel au Sénégal, par zone et par espèce (CIRAD-EMVT 1991).

	Ovins			Caprins		
	Louga	Kaymor	Kolda	Louga	Kaymor	Kolda
0-3 mois (non annualisé) (%)	8	11	16	13	12	14
0-12 mois (%)	17	29	36	25	33	35
1-7 ans (%)	9	8	17	6	10	17
Tous âges confondus (%)	13	18	27	16	23	29

reproduction. Ces caractéristiques restent encore très acceptables dans la région Nord, compte tenu des conditions d'élevage difficiles en particulier en saison sèche.

3.3 / Mortalité

Mortalité et émigration (sortie des animaux pour une autre raison que la mort) ne sont pas des phénomènes indépendants dans la mesure où chacun d'entre eux modifie la population exposée au risque de survenue de l'autre. Ainsi, pour l'estimation des quotients de mortalité, rapport du nombre de morts touchant un effectif initial que l'on suit pendant un exercice à cet effectif initial, Landais et Sissoukho (1986) proposent de corriger la population exposée au risque de mourir des émigrations ayant lieu durant l'exercice par $P_e = P_i - E/2$ avec P_e la population exposée au risque de mourir, P_i la population initiale et E le nombre des émigrations sur l'exercice suivi. On admet que les mortalités et les émigrations sont répartis de façon uniforme sur l'exercice d'étude pour chaque classe d'âge. Cette hypothèse n'est cependant pas acceptable dans la classe d'âge 0-1 an. On est donc conduit à proposer une subdivision de la première classe d'âge annuelle, numériquement très importante, en 4 sous-classes d'âge de 3

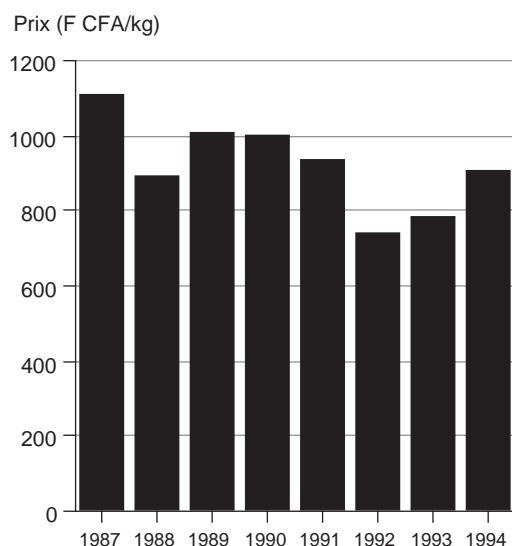
mois pour conserver l'hypothèse d'équipartition des mortalités et des émigrations par classe d'âge. Les quotients de mortalité trimestriels permettent de calculer un quotient de mortalité 0-1 an (Tillard *et al* 1992).

Afin de pouvoir comparer le niveau moyen (tous âges confondus) de la mortalité d'une année à l'autre ou d'un lot à un autre, on est amené à concevoir des modèles spéciaux, empruntés aux études de démographie humaine (Pressat 1969), qui permettent d'individualiser les exercices annuels successifs pour analyser la variabilité inter-annuelle, et surtout de tenir compte des différences de structures d'âge entre populations (Tillard *et al* 1994). Plusieurs cohortes d'animaux nés sur un même exercice sont suivies simultanément. On aboutit à une estimation du niveau de mortalité pour chaque classe d'âge, sur un exercice étudié. Le quotient moyen, toutes classes d'âge confondues dépend à la fois des quotients de mortalité de chacune des classes, mais également de la proportion d'individus exposés dans chaque classe. Aussi, pour comparer des populations ayant des structures d'âge différentes, on standardise le quotient moyen en appliquant, pour chacune des populations, les quotients de mortalité de chaque classe d'âge aux effectifs par classe d'âge d'une population de référence (Rumeau-Rouquette *et al* 1985).

Le tableau 2 donne pour chaque zone et chaque espèce les quotients de mortalité à différents âges. Les quotients de mortalité sont particulièrement élevés dans les zones centre et sud, et dans la première classe d'âge annuelle, en relation avec une pression parasitaire de la pathologie infectieuse et supériorité. La lutte contre la mortalité des jeunes a été de ce fait rapidement identifiée par le suivi comme une source potentielle de progrès. Deux approches ont été développées : une approche indirecte avec l'évaluation en milieu réel de l'impact de plans de prophylaxie anti-infectieux et anti-parasitaire sur la viabilité des jeunes, et une approche directe avec l'étude des facteurs de risque de la mortalité.

3.4 / Evaluations économiques

Les taux d'exploitation annuels des animaux sur pied par vente, abattage ou troc s'établissent autour de 35 % en zone sahélienne et de 50 % en zone soudanienne, avec cependant de très fortes variations inter-annuelles selon la qualité des récoltes, qui

Figure 5. Variations annuelles du prix moyen du kilogramme vif des béliers vendus par les éleveurs Wolof de la région de Ndiagne au cours des 2 mois précédant la fête de la Tabaski (Diaw 1995).

conditionne l'autonomie alimentaire de la concession.

Sur un plan méthodologique, lorsque l'on veut étudier l'évolution des prix des animaux au producteur dans le temps, et mettre en évidence, comme dans le cas présent, l'éventuel impact de la dévaluation du franc CFA qui a eu lieu en janvier 1994, un autre type de standardisation est rendu nécessaire (figure 5). Dans une même zone, les facteurs de variation des prix des animaux sont très nombreux et obligent à réaliser les comparaisons dans chaque zone dans des groupes d'individus homogènes (période de vente, sexe, ethnie du propriétaire). La mise en relation des données des modules de suivis démographique et pondéral permet également d'estimer des poids à la vente et de calculer des prix ramenés au kilogramme vif afin d'éviter les biais liés à la variabilité des formats (Diaw 1995).

3.5 / Le suivi pondéral

Le choix d'étudier les performances dans la durée est motivé par les résultats de Moulin (1993). Les troupeaux ne constituent pas des lots d'animaux homogènes. En effet, les performances individuelles des animaux sont réalisées à des dates différentes (sur une année, tous les agneaux ne réalisent pas leur poids à 5 mois à la même date). Dans ces conditions, la validité d'une performance moyenne calculée à l'échelle du troupeau peut être discutée. Par ailleurs, les courbes de croissance individuelles sont le reflet d'un état initial (saison, mode de naissance, sexe), et des conditions d'élevage que l'animal a connu au cours du temps (allaitement, sevrage, complémentation ...).

Seule une analyse longitudinale permet dans ce cas l'étude de la genèse des performances et leurs facteurs de variation. Elle

consiste à construire un profil individuel de performance qui rende compte de l'enchaînement chronologique des différentes performances individuelles élémentaires, depuis la naissance de l'animal jusqu'à sa sortie du troupeau. L'analyse longitudinale aboutit à une typologie de courbes de croissance individuelles (Moulin 1993) pour chaque espèce, chaque sexe et chaque groupe ethnique d'éleveur. Ces types sont ensuite croisés avec des variables explicatives empruntées au suivi démographique (saison de naissance, mode de naissance, type d'élevage). La figure 6 en donne un exemple pour les ovins mâles des troupeaux Wolof non sortis du troupeau à l'âge de 12 mois.

La distribution des profils individuels de croissance dans chaque troupeau permet de caractériser des profils de performance de troupeau, qui, ultérieurement, seront mis en relation avec les modes d'élevage.

4 / Les références sanitaires

4.1 / Le suivi des affections respiratoires

Dans une majorité de pays sahéliens, les pneumopathies constituent une dominante pathologique majeure. Leur étiologie est complexe, de type multifactoriel et séquentiel. Pour préciser l'étiologie infectieuse des affections respiratoires, 2 types de suivis ont été mis en place en parallèle en 1988 et 1989 : un suivi bihebdomadaire des signes cliniques des affections respiratoires sur l'ensemble des animaux et un suivi sérologique ciblant 17 agents pneumotropes (4 virus, 8 pasteurelles et 5 mycoplasmes) sur un échantillon d'animaux prélevés tous les 45 jours. Une enquête longitudinale de type prospectif a été retenue pour pouvoir appréhender en milieu réel la séquence des agents pathogènes impliqués dans les pneumopathies, pour travailler sur des cinétiques d'anticorps, véritables indicateurs de la circulation des agents infectieux chez l'animal, et pour détecter une éventuelle périodicité de passage (Desoutter 1994). La figure 7 donne à titre illustratif l'évolution sur

Figure 6. Typologie des courbes de croissance 0-12 mois des béliers dans les troupeaux Wolof de la région de Ndiagne (Moulin 1993).

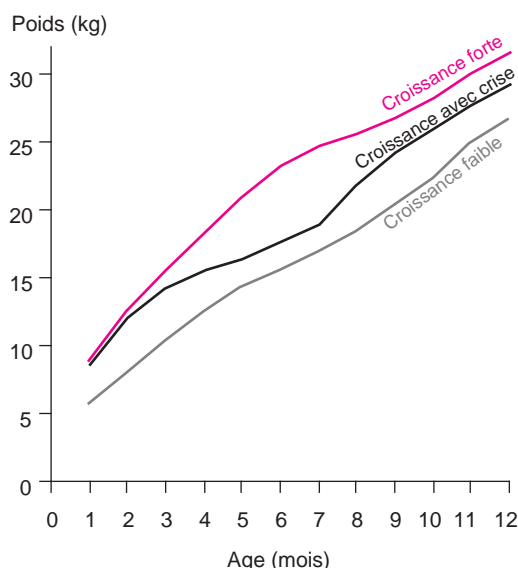
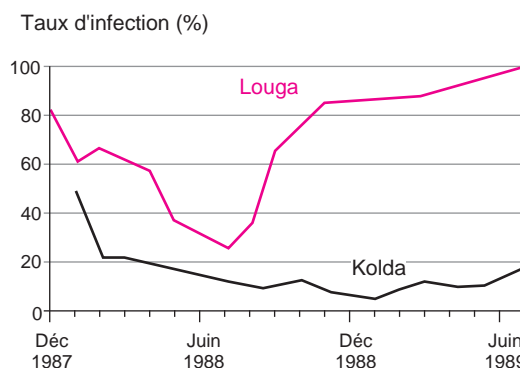


Figure 7. Evolution sur 20 mois du taux d'infection par le virus Parainfluenza 3 des ovins dans 2 zones d'étude (Desoutter 1994).



La distribution des profils de croissance de l'ensemble des animaux permet une mise en relation avec les modes et les conditions d'élevage.

20 mois du taux d'infection par le virus Parainfluenza III (Pi 3) des ovins dans 2 zones d'étude.

L'analyse des données sérologiques a établi de manière générale la forte prévalence sérologique au Sénégal des différents agents pneumotropes, à l'exception des mycoplasmes. La confrontation avec les données cliniques et les données du suivi démographique (mortalité) a mis en évidence l'extrême fréquence des symptômes respiratoires, le faible pouvoir létal de ces infections (à l'exception du virus de la peste des petits ruminants), le rôle prépondérant des virus pneumotropes dans l'induction des signes cliniques, ainsi que les facteurs de variation du pouvoir pathogène comme l'âge et la période de l'année (facteurs climatiques). Comme les agents explorés sont pour la plupart ubiquistes, il semble difficile de statuer sur leur hiérarchisation en fonction de leur pouvoir pathogène respectif (Desoutter 1994), et par conséquent de proposer une prévention médicale rationnelle.

4.2 / Le suivi de l'infestation parasitaire

L'infestation par les parasites gastro-intestinaux constitue une autre contrainte majeure à la productivité des animaux. Leur prévalence annuelle avoisine les 100 % même dans des milieux à pluviométrie faible comme le nord du Sénégal (Vassiliades 1981). Leur importance économique est difficile à estimer. La diversité des milieux tropicaux et des systèmes d'élevage est à l'origine d'une diversité de la faune parasitaire et de son expression pathologique. Toutefois, de nombreux résultats et études suggèrent que ces maladies présentent une place prépondérante dans le maintien et le développement des élevages des petits ruminants : des taux de mortalité de l'ordre de 30 à 40 % peuvent être observés, et les pertes zootechniques globales engendrées par ces strongyloses gastro-intestinales (mortalité, croissance et reproduction) peuvent représenter jusqu'à 33 % de la productivité des troupeaux (Tillard *et al* 1992).

Pour lutter contre ce problème, les éleveurs ont la possibilité d'utiliser des traitements anthelminthiques dont l'intérêt zootechnique et économique a été démontré en élevage extensif traditionnel au Sénégal (Tillard *et al* 1992). Cependant, de nombreuses contraintes limitent encore l'utilisation de ces substances

: coûts, difficultés d'approvisionnement, résistance des parasites, etc (Clément 1995).

Entre 1992 et 1994, pendant 3 saisons des pluies consécutives, une étude sur la résistance génétique des petits ruminants aux strongles gastro-intestinaux a été réalisée, en collaboration avec l'International Livestock Research Institute. Un suivi de l'infestation parasitaire a été effectué sur un échantillon d'ovins et de caprins dans les zones sahélienne et sud-soudanienne, afin d'étudier les caractéristiques épidémiologiques du parasitisme digestif et d'évaluer les paramètres génétiques (héritabilité, répétabilité) des critères de sélection retenus (OPG et hématocrite). La figure 8 donne à titre illustratif l'évolution de l'OPG moyen (moyenne géométrique) chez les ovins et les caprins de Kolda en 1994.

Les premiers résultats font apparaître une prédominance d'*Haemonchus* (61 %) et de *Trichostrongylus* (35 %) dans les bilans parasitaires, une variabilité importante des valeurs individuelles de l'OPG et de l'hématocrite et des facteurs de variation nombreux (village, éleveur, sexe, espèce). L'estimation de l'héritabilité des caractères dans les 2 zones, ovins et caprins confondus, figure dans le tableau 3 (Clément 1995).

Dans cette étude, la connexion entre le suivi démographique et le suivi de l'infestation parasitaire est indispensable pour connaître les filiations mère-produits. La connexion avec le suivi pondéral a permis également d'établir les corrélations phénotypiques entre l'OPG, l'hématocrite et le poids vif des animaux au prélèvement (Clément 1995). Ces résultats encourageants obtenus sur le terrain ont suscité la mise en place d'une phase de recherche en station expérimentale (en cours), dans le but d'obtenir une estimation plus précise des paramètres génétiques : connaissance de la filiation paternelle, environnement plus standardisé (Aumont *et al* 1994).

Figure 8. Evolution de l'OPG (nombre d'œufs par gramme de fèces) moyen (moyenne géométrique) chez les ovins et les caprins de la région de Kolda au cours de la saison des pluies 1994 (Clément 1995).

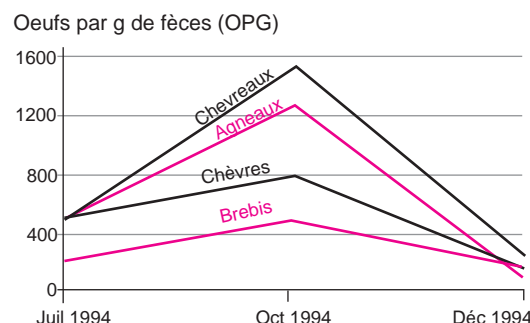


Tableau 3. Héritabilité de l'OPG (Log) et de l'hématocrite chez les petits ruminants au Sénégal, dans les zones sahélienne (Ndiagne) et sud-soudanienne (Kolda). Données 1993, ovins et caprins confondus.

	Ndiagne	Kolda
OPG 1 (juillet 1993) (Log)	0,09 ± 0,12	0,16 ± 0,10
OPG 2 (septembre 1993) (Log)	0,28 ± 0,12	0,20 ± 0,12
OPG 3 (novembre 1993) (Log)	0,27 ± 0,14	0,29 ± 0,14
Hématocrite 1 (juillet 1993) (%)	0,38 ± 0,11	0,24 ± 0,10
Hématocrite 2 (novembre 1993) (%)	0,60 ± 0,13	0,42 ± 0,13

5 / Les relations pratiques - performances

5.1 / Les relations pratiques - performances zootechniques

Les modèles d'analyse n'incluant que des effets individuels, saisonniers, ou « village » n'expliquent pas plus de 25 % de la variabilité totale des performances animales. Une étude des relations entre les pratiques d'élevage (conduite sur parcours, complémentation, logement, traite) et les performances zootechniques des troupeaux a donc été réalisée en vue de modéliser la variabilité inter-troupeaux des performances et d'expliquer cette variabilité par la diversité des pratiques.

En combinant les différentes performances individuelles (croissance, reproduction, viabilité), on construit pour chaque animal un profil individuel de performance. La distribution des profils individuels réalisés par les animaux d'un troupeau permet de définir le profil de performances de troupeau. Pour chaque troupeau, les 2 modules de suivi des pratiques d'élevage associés au module de suivi démographique permettent de décrire les différentes modalités des pratiques (pratiques d'agrégation, de conduite, de renouvellement, d'exploitation et de valorisation). Les associations entre pratiques et profil de performances de troupeau définissent des types de fonctionnement de troupeau, qui sont comparés dans une dernière étape à la lumière d'éléments supplémentaires d'interprétation comme le système de production (actifs, activités agricoles et extra-agricoles, revenus et consommation familiale, émigration), la localisation du troupeau et les plans de prophylaxies mis en œuvre.

Les tableaux 4 et 5 présentent à titre illustratif les différents profils de performances et les différents types de fonctionnement des troupeaux Wolof. Des conseils spécifiques et des innovations techniques ciblées peuvent ensuite être proposés en tenant compte des différents types d'éleveurs identifiés (Moulin 1993).

5.2 / Les facteurs de risque des affections respiratoires

Les conclusions de l'enquête séro-épidémiologique laissent soupçonner le rôle important joué par les conditions d'élevage dans l'apparition des affections respiratoires. La connexion entre le module de suivi des signes cliniques et le module de suivi démographique a permis de caractériser l'atteinte des troupeaux d'ovins par les pneumopathies. Celle-ci a révélé l'existence d'une variabilité dans la prévalence et la gravité des signes respiratoires, selon la saison et les catégories d'animaux (Tillard 1994).

Il sera nécessaire ultérieurement d'expliquer cette variabilité par la diversité des systèmes d'élevage rencontrés, en étudiant

notamment, parallèlement aux pratiques d'élevage, l'influence d'autres catégories de facteurs comme la structure des troupeaux, le statut nutritionnel des animaux, les flux et la pathologie associée. On a déjà pu constater que 80 % des animaux présentant une forte prévalence des affections respiratoires ou un niveau de gravité élevé présentaient également des performances zootechniques médiocres (Moulin et Tillard 1994). L'étude ultérieure de la relation entre la pathologie respiratoire et les performances zootechniques contemporaines devrait permettre de hiérarchiser les facteurs associés.

6 / Les tests en milieu réel

Les observations de terrain montrent qu'il existe d'importantes contraintes parasitaires et infectieuses, contre lesquelles il apparaît intéressant de proposer des plans de prévention. Pour pouvoir les justifier à grande échelle auprès des services de l'Elevage, il est nécessaire d'en démontrer au préalable la rentabilité pour l'éleveur. Différents plans de prophylaxie (vaccination anti-pestique, anti-pasteurelliche, déparasitage interne avec différents anthelminthiques) ont été testés en grandeur réelle dans les élevages suivis par le PPR, dans chacune des trois régions. Une estimation de l'impact de l'intervention sur les paramètres de production et une évaluation du rapport coûts-bénéfices ont été effectuées. Des recommandations de vulgarisation ont été formulées pour chacune des régions.

Les élevages suivis sont répartis au hasard dans 2 lots, un lot témoin et un lot traité. La comparaison des performances (reproduction, croissance, mortalité) permet de juger de l'efficacité zootechnique globale du traitement. La rentabilité économique est ensuite évaluée en comparant l'évolution démographique simulée sur 5 années des 2 sous-populations, et en traduisant les productions en termes monétaires. Des analyses de sensibilité conduisent au total à préciser, pour chaque plan de prophylaxie proposé, la rentabilité des

Les parasites gastro-intestinaux sont un frein majeur à la productivité des troupeaux. Les suivis démographique, pondéraux et d'infestation parasitaire permettent de dégager des voies possibles d'action.

Tableau 4. Caractérisation des profils de performances des troupeaux ovins Wolof. Les indicateurs zootechniques sont calculés sur les exercices 1985 à 1990.

	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4
Nombre de troupeaux	11	11	11	11
Effectif moyen par troupeau	11	20	29	22
Nombre de portée par femelle, par an	1,05 ^a	0,98 ^a	0,90 ^c	0,92 ^b
Nombre de produits par portée	1,11 ^a	1,05 ^b	1,03 ^b	1,02 ^c
Productivité numérique à la naissance	1,16	1,03	0,93	0,93
Viabilité 0-5 mois	0,94 ^a	0,93 ^a	0,93 ^a	0,86 ^b
Productivité numérique à 5 mois	1,09	0,96	0,86	0,81
Poids à l'âge type 5 mois	20,0 ^a	17,7 ^b	16,7 ^c	15,7 ^d
Productivité pondérale à 5 mois	21,8	16,9	14,4	12,7
Viabilité 5-12 mois	0,97 ^a	0,96 ^a	0,91 ^b	0,89 ^b
Poids à l'âge type 12 mois	29,4 ^a	27,9 ^b	27,5 ^b	25,5 ^c

Pour un indicateur donné, les valeurs suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement à 10%.

Tableau 5. Caractérisation des types de fonctionnement des troupeaux.

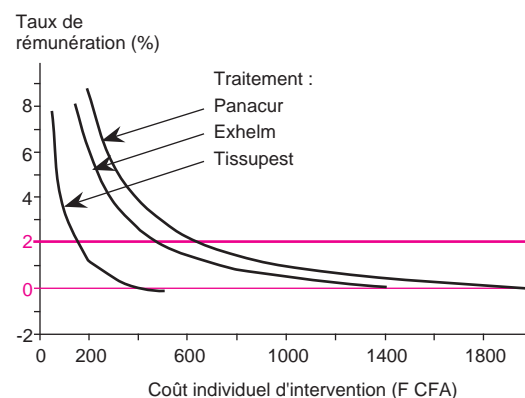
Fonctionnement de troupeau						
Wolof 1	Wolof 2	Wolof 3	Wolof 4	Wolof 5	Wolof 6	Wolof 7
Mode d'agrégation						
Grands troupeaux (plus de 20 têtes)			Petits troupeaux (moins de 20 têtes)			
Le chef de famille est le principal propriétaire	Troupeau constitué de quelques cheptels de 7 à 10 têtes appartenant aux épouses du chef de famille	Troupeau constitué de nombreux petits cheptels appartenant surtout aux belles-filles du chef de famille	Le chef de famille est le principal propriétaire OU Les femmes possèdent la majorité des animaux	Le chef de famille est le principal propriétaire	Les femmes possèdent la majorité des animaux	
Mode de valorisation						
Grands troupeaux pour emplois sociaux et spéculation			Petit troupeau pour emplois sociaux	Petit troupeau pour emplois sociaux, trésorerie et spéculation		Tous modes de valorisation des petits troupeaux
Mode de conduite						
Complémentation						
Très variable en fonction des différents propriétaires des animaux : pendant 6 mois par an ou pendant 9 à 12 mois par an			Pendant 6 mois par an		Pendant 6 à 9□mois par an	
Logement						
Logement à l'extérieur de la concession OU logement mixte, intérieur et extérieur			Logement à l'intérieur de la concession			
Mode d'exploitation et acquisition						
Capitalisation à partir du croît naturel du troupeau	Capitalisation à partir d'achat, confiage et don OU troupeau stable		Troupeau stable (avec exploitation et acquisition variable)			

dépenses pour l'éleveur en fonction des coûts d'intervention (figure 9 ; Tillard *et al* 1992). Ainsi, le déparasitage régulier des ovins de la zone sud-soudanienne en saison des pluies a montré un taux de rémunération des dépenses de plus de 500 %.

Conclusion

Le suivi individuel est un système particulièrement adapté à des systèmes d'élevage très peu standardisés comme ceux que l'on rencontre habituellement en Afrique tropicale, pour lesquels on ne dispose initialement que de très peu d'informations, et dans lesquels on cherche à identifier les nombreux facteurs de variations des performances des animaux. Il existe bien évidemment des contraintes à sa mise en œuvre. Il est nécessaire de suivre un nombre important d'animaux par site, de manière à pouvoir prendre

Figure 9. Taux de rémunération des dépenses - Ovins de la région de Kolda (Tillard *et al* 1992). Un taux de 2 signifie par exemple que le bénéfice net réalisé par l'éleveur s'élève à 2 fois le montant des dépenses. Le seuil de rentabilité de 2 est dans le cas présent la valeur au-delà de laquelle on fait l'hypothèse que le projet sera accepté par l'éleveur.



en compte, dans les analyses, un maximum de facteurs de variation, en conservant un niveau de précision élevé. L'étude de la dimension longitudinale des phénomènes dynamiques (évolution démographique, croissance, carrière reproductrice, infestation parasitaire, variations inter-annuelles, répétabilité...) exige d'entretenir les suivis sur plusieurs années et rend indispensable la fidélisation des éleveurs encadrés. Cela entraîne une gestion lourde et relativement onéreuse des opérations de terrain. Cependant, en permettant le suivi d'un grand nombre d'animaux, un tel système d'investigation présente un coût d'entretien par tête et par an qui, ramené à l'unité chercheur, reste tout à fait abordable du fait de l'exploitation collective d'un même matériel expérimental par plusieurs disciplines (Faugère et Faugère 1986).

Le système permet d'appliquer plusieurs protocoles sur un même matériel animal, simultanément ou successivement selon les objectifs fixés, et d'agréger les données aux différents niveaux d'observation que chaque discipline est amenée à adopter (observation ponctuelle, animal, éleveur, village ...). Il constitue de ce fait un modèle d'interdisciplinarité.

Le fait de travailler en vraie grandeur au sein même d'exploitations paysannes très dis-

parates explique la nécessité de standardiser a posteriori les données afin d'éliminer d'éventuels phénomènes perturbateurs ou interférents.

Au total, les recherches menées par suivi en milieu traditionnel permettent à terme de proposer aux organismes de développement partenaires des améliorations cadrant directement avec les objectifs zootechniques et économiques des éleveurs. Ce fut le cas par exemple avec l'évaluation zone par zone et pour chaque espèce de la rentabilité pour l'éleveur des plans de prophylaxie dirigés contre les infections respiratoires et le parasitisme digestif. Toutefois, dans certains domaines d'activité, ces recherches de terrain ne sauraient s'affranchir de recherches menées en stations expérimentales. En effet, ces dernières permettent d'obtenir une meilleure maîtrise du matériel animal et des évaluations plus précises, comme cela a été décrit par exemple pour l'étude des paramètres génétiques de la résistance des petits ruminants aux strongyloses gastro-intestinales.

Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements à B. Faye et D. Richard pour leur aide dans la finalisation de ce texte.

Références bibliographiques

- Aumont G., Tillard E., Barré N., 1994. Strongyloses gastro-intestinales des petits ruminants en milieu tropical : résistance génétique et milieu d'infestation. Rapport annuel d'ATP CIRAD MIPA, 72/94.
- CIRAD-EMVT/ Ministère de la Coopération et du Développement (eds), 1991. Fiche technique de l'élevage tropical N° 4. (Maisons Alfort), 8 p.
- Clément V., 1995. Les parasites gastro-intestinaux des petits ruminants des zones sahéliennes et soudano-guinéennes du Sénégal : épidémiologie de l'infestation et résistance génétique des hôtes. DESS Productions Animales en Régions Chaudes, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 78 p.
- Desoutter D., 1994. Les pneumopathies des petits ruminants au Sénégal : étude séro-épidémiologique et bio-géographique. Thèse de Doctorat, Université Paris XII Val de Marne - Créteil, 189 p.
- Diaw A., 1995. Commercialisation des petits ruminants au Sénégal. Le cas de l'axe Nord-Dakar. Thèse de Doctorat vétérinaire, Ecole Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires, Dakar, 167 p.
- Faugère O., Faugère B., 1986. Suivi de troupeaux et contrôle des performances individuelles des petits ruminants en milieu traditionnel africain. Aspects méthodologiques. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 39, 29-40.
- Faugère O., Faugère B., 1993. Suivi individuel dans les systèmes d'élevage traditionnel. Collection les logiciels en élevage, CIRAD-EMVT/ISRA-LNERV, Maisons-Alfort, 339 p.
- Faugère O., Dockes C., Perrot C., Faugère B., 1990a. L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal : pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Kolda. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 43, 249-259.
- Faugère O., Dockes C., Perrot C., Faugère B., 1990b. L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal : pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Louga. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 43, 261-273.
- Faugère O., Merlin P., Faugère B., 1991. L'apport du suivi individuel pour l'épidémiologie en Afrique. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 10, 103-130.
- Landais E., 1986. Contribution à l'étude des interférences entre phénomènes démographiques et propositions pour l'estimation sans biais de paramètres démographiques usuels. In : Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Etudes et synthèses de l'EMVT n° 20, 497-517. CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort.
- Landais E., Faugère O., 1990. Un modèle illustré de système d'investigation pour l'étude pluridisciplinaire des systèmes d'élevage en milieu traditionnel africain. Cahiers de la Recherche et du Développement, 25, 75-92.
- Landais E., Sissoukhou M.M., 1986. Bases méthodologiques du contrôle des performances animales pour l'analyse zootechnique et démographique : collecte des données et choix des variables. In : Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Etudes et synthèses de l'EMVT n° 20, 433-484. CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort.

Moulin C-H., 1993. Performances animales et pratiques d'élevage en Afrique Sahélienne. La diversité du fonctionnement des troupeaux de petits ruminants dans la communauté rurale de Ndiagne (Sénégal). Thèse d'ingénieur de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon, 259 p.

Moulin C-H., Tillard E., 1994. Le troupeau : un système biotechnique complexe. Les enseignements d'une recherche pluridisciplinaire menée au Sénégal. In : Symposium International sur les Recherches-système en Agriculture et Développement rural. CIRAD, Montpellier, France, 21-25 novembre 1994, 526-530.

Pressat R., 1969. L'analyse démographique. Presses Universitaires de France, Paris, 308 p.

Rumeau-Rouquette C., Bréart G., Padiou R., 1985. Méthodes en épidémiologie. Flammarion, Paris, 398 p.

Tillard E., 1994. Caractérisation de l'atteinte par les affections respiratoires des troupeaux d'ovins de la zone sahélienne au Sénégal. *Vet. Res.*, 25, 348-356.

Tillard E., Faugère O., Faugère B., 1992. Evaluation technico-économique de prophylaxies chez les petits ruminants au Sénégal : régionalisation des interventions de protection sanitaires. In : Septième Conférence internationale des Institutions de Médecine vétérinaire tropicale, CIRAD-EMVT/DSE, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, sept. 1992, 519-528.

Tillard E., Faugère B., Faye B., 1994. Methodology for evaluating mortality of small ruminants in Senegal. In : Rowlands G.J., Kyule M.N. and Perry B.D. (eds), The Kenya Veterinarian, Proceedings of the 7th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, Nairobi, Kenya, 15th - 19th August 1994, 192-194.

Vassiliades G., 1981. Le parasitisme gastro-intestinal chez le mouton du Sénégal. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 34, 169-177.

Abstract

The individual follow-up of small ruminants in Senegal : a method for studying village herds.

The individual follow-up system is an investigation method that is particularly adapted to unusual farming conditions such as the ones that are encountered in sub-Saharan Africa. Under these conditions only a small amount of initial information is generally available but efforts are made to identify numerous factors of variation in the performances of these animals. The investigation method developed and used in Senegal by the P.P.R. programme (CIRAD-EMVT / ISRA-LNERV) is based on a precise demographic follow-up and includes information of a multi-discipline nature (zootechnic, medical, socio-economic) to characterise traditional small ruminant farms. The information can be recorded at specific times or perio-

dically and either for individual animals or for the herd.

Different possible frames of reference are presented (herd structure, reproduction, growth, mortality, economic evaluations, respiratory problems, parasitic infections, farming practises), demonstrating the versatility of this investigation system for studying the different factors governing an animal's performance. The possibility of testing experimental apparatus with this method is also discussed.

TILLARD E., MOULIN C-H., FAUGÈRE O., FAUGÈRE B., 1997. Le suivi individuel des petits ruminants au Sénégal : un mode d'étude des troupeaux en milieu villageois. *INRA Prod. Anim.*, 10 (1), 67-78.